

24.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 3 0 日
Date of Application:

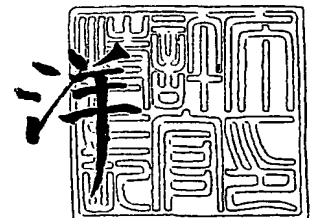
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 9 8 3 0 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 9 8 3 0 6]

出 願 人 株式会社荏原製作所
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 2 0 4 0 8

【書類名】 特許願
【整理番号】 040387
【提出日】 平成16年 3月30日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B09B
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
 【氏名】 足立 昌則
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 2 番 1 号 株式会社荏原総合研究所内
 【氏名】 下村 達夫
【特許出願人】
 【識別番号】 000000239
 【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所
【代理人】
 【識別番号】 100089705
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 206 区
 ユアサハラ法律特許事務所
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 社本 一夫
 【電話番号】 03-3270-6641
【選任した代理人】
 【識別番号】 100075236
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 栗田 忠彦
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092015
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 桜井 周矩
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092886
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 村上 清
【選任した代理人】
 【識別番号】 100102727
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 細川 伸哉
【選任した代理人】
 【識別番号】 100112634
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 松山 美奈子
【選任した代理人】
 【識別番号】 100114904
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小磯 貴子
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 051806
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	特許請求の範囲	1
【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【包括委任状番号】	0201070	

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

重金属類を含む固体状被汚染物から重金属類を除去する方法であって、
該固体状被汚染物を少なくとも含むスラリーによりカソード表面に作用する剪断力によって重金属類の析出が阻害されない条件下で、該固体状被汚染物を強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気及びカソード電極電位の調整により提供される還元的雰囲気との共存下に維持し、該重金属類を該カソード表面上に析出させることを特徴とする固体状被汚染物の浄化方法。

【請求項 2】

前記スラリーの流れを前記カソード表面に作用する剪断力を低減するように整流又は抑制する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

カソードを前記スラリー中において上方に位置づけて、前記スラリー中の小さな粒径の固体がスラリー中において上方位置に存在し、大きな粒径の固体がスラリー中において下方位置に存在するように、前記スラリー中の固体粒度分布を制御する、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記スラリー中の固体粒度分布は、前記スラリーの流速を制御した上昇流を与えることで制御される、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

重金属類を含む固体状被汚染物を供給する固体状被汚染物供給手段と、
該固体状被汚染物を少なくとも含むスラリーに還元的雰囲気を提供するカソードと、
該カソード表面に作用する該スラリーの剪断力を低減し且つ該カソードと該スラリーとの接触状態を維持するように制御する剪断力抑制手段と、
を具備するスラリー形成槽を備え、該スラリー形成槽内で該スラリーを還元的雰囲気及び強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気との共存下に維持し、該重金属類をカソード表面に析出させる固体状被汚染物の浄化装置。

【請求項 6】

前記スラリー形成槽は、酸又はアルカリ性物質を供給する酸又はアルカリ性物質供給手段をさらに具備する請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記剪断力抑制手段は、前記スラリーを所定流速の上昇流として与えるスラリー上昇流提供手段である、請求項 5 又は 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記スラリー上昇流提供手段は、前記スラリー形成槽内上部に設けられたスラリー抜き出し口と、槽底部に設けられたスラリー導入口と、該スラリー抜き出し口から該スラリー導入口までスラリーを循環させる循環ポンプと、を含み、スラリーを槽底部から所望速度で上昇させる、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記剪断力抑制手段は、前記カソード表面に作用するスラリー流の剪断力を低減するようにスラリー流を整流する整流機構である、請求項 5 又は 6 に記載の装置。

【請求項 10】

前記整流機構は、前記カソード表面に作用するスラリー流の剪断力を低減するように配置された、板材、多孔材、格子状材料及び網目状材料から選択される 1 種以上の材料から構成される整流部材であることを特徴とする、請求項 9 に記載の装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】重金属類による固体状被汚染物の浄化方法及び装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、重金属類による環境汚染物の浄化技術に関し、特に鉛 (Pb)、カドミウム (Cd) などの重金属類を、土壌、汚泥、堆積物、廃棄物、焼却灰などの固体状被汚染物から、分離除去する浄化方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

重金属類で汚染された土壌を浄化修復する方法として、電気化学的手法を用いる方法が提案されている (特開平 11-253924 号公報)。この方法によれば、汚染土壌を酸性溶媒と混合してスラリーを形成させ、汚染土壌から重金属類イオンをスラリー (間隙水) 中に抽出させた後に、重金属類イオンを含むスラリーを濾過材により濾過しつつ直流電圧を印加して、濾過材により隔離形成されているカソード部に、スラリーから濾過された重金属類イオンを移行させて、汚染土壌から重金属類を分離する。

【0003】

しかし、この方法では、カソード部とスラリーとが濾過材により隔離されているので、間隙水はアノード側から濾過材を通過してカソード側に流れ、スラリーはカソードの還元電位によって還元されることがなく、逆にアノードの酸化電位によって酸化的雰囲気中に維持される可能性が高い。そのため、鉛、カドミウム、水銀等の固体付着物のうち、鉄マンガソク着態及び有機物結合態と呼ばれる難溶性の付着形態をとる画分を効率的に抽出できず、土壌中重金属類含有濃度を十分に低下させることができない、という問題がある。

【0004】

また、焼却灰から重金属類を除去する方法として、汚染焼却灰を pH 調整し、均一なスラリーとした後、攪拌機及びカソード、アノードを具備する分離回収槽に導入して直流電圧を印加することにより、重金属類を電極に付着させる方法が提案されている (特開 2002-126692 号公報)。

【0005】

しかし、この方法では、分離回収槽内に設けられたカソード及びアノードにスラリーが直接接触するので、アノードから発生する塩素、酸素ガスなどの影響によってスラリーを還元的雰囲気中に維持することができない。そのため、上述の鉄マンガソク着態及び有機物結合態と呼ばれる難溶性の付着形態をとる画分を効率的に抽出できず、焼却灰中重金属類含有濃度を十分に低下させることができない、という問題がある。

【0006】

さらに、焼却灰からの重金属類の除去方法として、汚染焼却灰を酸抽出した後に固液分離し、得られた抽出液に対して、陰極電位を段階的に低下させて電解を行うことにより、複数種の金属を段階的に析出させて重金属類を回収する方法が提案されている (特開 2002-173790 号公報)。

【0007】

しかし、この方法でも、酸抽出時に還元電位が印加されていないため、上述の難溶性の付着形態をとる画分を効率的に抽出できず、焼却飛灰中重金属類含有濃度を十分に低下させることができない。

【0008】

また、この方法では、重金属類の水溶液中への抽出と水溶液からの分離を同時に行わず 2 段階に分けて行っているため、抽出段階において水溶液中の重金属類濃度が上昇し、特に溶解度積の小さい重金属塩類を完全に溶解しきれない、という問題がある。さらに、間隙水中に高濃度の重金属類が溶解している状態で固液分離を行うため、固液分離後も残留する間隙水 (スラッジ) に含まれる重金属類を焼却灰から除去できない、という問題もある。

【0009】

これらの従来の方法は、酸を用いて重金属類を溶出させ、次いで溶出した重金属類を電極電位差によって移動及び／又は析出させる反応を利用するものである。しかし、これらの方法では、重金属類を十分に溶出させるには、難溶性物質として溶解度積の制限を受けるために溶媒としての液相の体積を大きくとることが必要で、その結果、処理装置全体の体積が大きくなり、装置の小型化が難しいという問題があった。

【0010】

本発明者らは、固体状被汚染物質全般を対象として、電解反応槽中のアノードとカソードとを隔膜で分離し、カソード区域には処理対象物である重金属類を含む固体状被汚染物と、酸性物質又はアルカリ性物質とを加えることによってpH3以下又は12以上として、さらに還元的雰囲気とすることで、重金属類を効果的に固体状被汚染物及び間隙水から分離する方法を提案した(特願2003-350590号)。この方法では、カソードで固体状被汚染物に含まれる重金属類を還元することによって重金属類イオンを溶出させる反応と、カソードへの重金属類の析出反応とを、同時に行わせている。このため、電解反応槽内では、固体状被汚染物と電極とができるだけ接触することが必要であり、固体状被汚染物をスラリー状にして十分に攪拌し、電極に接触させている。そのために、カソードは絶えずスラリーの流れによって生じる剪断力にさらされ、カソードに析出した重金属類が剥離する現象や、カソードの摩耗現象が生じることが確認された。

【0011】

【特許文献1】特開平11-253924号公報

【特許文献2】特開2002-126692号公報

【特許文献3】特開2002-173790号公報

【特許文献4】特願2003-350590号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

そこで、本発明は、カソードへの重金属類の析出及び堆積が、カソードに付与されるスラリーの剪断力によって阻害されることを防止して、より効率的に土壌、汚泥、堆積物、廃棄物、焼却灰等の固体状被汚染物から重金属類を除去する固体状被汚染物の浄化方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者らは、上記課題を解決するべく鋭意研究の結果、重金属類で汚染された固体状被汚染物を還元的雰囲気及び強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気の共存下に維持して固体状被汚染物質から重金属類を電解析出反応で電極上に析出させる際に、固体状被汚染物質を含むスラリーによって電極に付与される剪断力を減少もしくは排斥することによって、電極上への重金属類の析出をより効率的に行うことができることを知見して、本発明をなしたものである。

【0014】

すなわち、本発明によれば、重金属類を含む固体状被汚染物から重金属類を除去する方法であって、該固体状被汚染物を少なくとも含むスラリーによりカソード表面に作用する剪断力によって重金属類の析出が阻害されない条件下で、該固体状被汚染物を強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気及びカソード電極電位の調整により提供される還元的雰囲気の共存下に維持し、該重金属類を該カソード表面上に析出させることを特徴とする固体状被汚染物の浄化方法が提供される。

【0015】

重金属類は、固体状被汚染物中において、イオン交換態、炭素塩結合態、鉄マンガン吸着態又は有機物結合態などの形態で存在している。これらの形態のうち、イオン交換態で存在する重金属類は、強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気下では、腐食域に入り、水溶出濃度が高められる。一方、炭素塩結合態、鉄マンガン吸着態及び有機物結合態などの形態で存在する重金属類は、強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気下であってもなお溶解度が低

く、溶出しにくい。これら難溶性の形態で存在する重金属類を溶出させるためには、還元的雰囲気下に供して、腐食域に移行させ、水への溶解度を増加させることが必要である。本発明においては、固体状被汚染物中にイオン交換態、炭酸塩結合態、鉄マンガン吸着態又は有機物結合態などの形態で存在している重金属類を、カソード電極により提供される還元的雰囲気下で十分な量の酸性水溶液又はアルカリ性水溶液と接触させることにより、イオン交換脱着させて、水溶液中に溶出させ、カソード電極表面へ電解析出させて、重金属類を固体状被汚染物から除去することができる。このとき、重金属類は、カソード表面に析出して間隙水から除かれることにより、溶解度積の低い重金属類も順次溶解することになり、抽出効率をさらに向上させることができる。

【0016】

また、本発明においては、重金属類を含む固体状被汚染物から形成されるスラリーによりカソード表面に作用する剪断力によってカソード表面での重金属類の析出が阻害されない条件に維持するので、カソード表面に析出した重金属類の剥離や、カソードの摩耗などが防止される。

【0017】

本発明により浄化することができる固体状被汚染物としては、土壌、汚泥、堆積物、廃棄物、焼却灰、ヘドロなどの重金属類を含む固体状被汚染物を好ましく挙げることができる。また、本発明により分離除去される重金属類としては、鉛 (Pb)、カドミウム (Cd) などを好ましく挙げることができる。

【0018】

本発明において、重金属類を含む固体状被汚染物は、含有されている重金属類がイオンとして溶出するように、スラリーとして処理される。このスラリーには、固体状被汚染物を強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気に維持するために、酸性又はアルカリ性物質が少なくとも含まれている。固体状被汚染物が焼却灰である場合など、アルカリ性物質又は酸性物質を含む場合を除いて、スラリーを形成する際に酸性物質又はアルカリ性物質を添加することが好ましい。

【0019】

本発明において用いることができる酸性物質としては、塩酸、有機酸、例えば、ギ酸、酢酸、クエン酸、シュウ酸、テレフタル酸などを好ましく挙げることができる。これらの酸性物質を含むスラリーは、好ましくは固体状被汚染物の間隙水の pH が 3 以下、より好ましくは 2 以下の強酸性雰囲気に維持される。このような強酸性雰囲気とすることで、土壌中に存在する硫化鉄などの影響を排除することができる。

【0020】

本発明において用いることができるアルカリ性物質としては、水酸化物塩、例えば水酸化ナトリウム、水酸化カリウムなどを好ましく挙げることができる。これらのアルカリ性物質を含むスラリーは、好ましくは固体状被汚染物の間隙水の pH が 12 以上、より好ましくは 13 以上の強アルカリ性雰囲気に維持される。

【0021】

一般に、重金属類は、強アルカリ性雰囲気下よりも強酸性雰囲気下で、より溶出しやすい。しかし、除去すべき固体状被汚染物の性質によっては、強酸性雰囲気よりも強アルカリ性雰囲気の方が、好ましい場合もある。例えば、固体状被汚染物が鉄を多量に含む土壌である場合には、強酸性雰囲気下では鉄が溶出して電極を被覆したり、閉塞などの問題を生じるかもしれないので、強アルカリ性雰囲気とすることが好ましい。さらに、固体状被汚染物の状態によっては、酸性物質もしくはアルカリ性物質の添加を要しない場合もある。固体状被汚染物が焼却灰である場合には、焼却灰が強アルカリ性であるから、アルカリ性物質を添加するまでもなく、強アルカリ性雰囲気を形成できる。

【0022】

本発明においては、カソード電極電位を調整して重金属類を含む固体状被汚染物を還元的雰囲気に維持して、カソード表面に重金属類を析出させる。このため、重金属類を含むスラリーをカソードと接触状態に維持して、電解析出反応を生じさせることが必要である。

【0023】

カソード表面に重金属類が析出する速度 K_0 は、重金属類イオンの拡散物質移動速度 K_D と、カソード表面析出速度 K_R によって、下記関係式のように決定される。

【0024】

【数1】

$$1/K_0 = 1/K_D + 1/K_R$$

【0025】

カソード表面析出速度 K_R は、重金属類イオンの種類及び温度によって決定され、例えば、鉛の場合には $30 \sim 40^\circ\text{C}$ の範囲の温度、鉛以外の重金属類では $25 \sim 80^\circ\text{C}$ の範囲の温度とすることが好ましい。一般に、温度が高いほどイオン拡散速度が大きくなり、高電流密度（例えば 11.48 A/m^2 ）に達するまで重金属類をカソード表面に析出させることができるが、析出した結晶粒が過大に成長しやすく、水素過電圧が低下して水酸化物が生成しやすくなるので、上記範囲の温度とすることが有利である。

【0026】

拡散物質移動速度 K_D は、スラリー形成槽内の攪拌状態及び温度に比例するので、スラリーを十分に攪拌する必要がある。しかし、スラリーを攪拌すると、カソード表面に剪断力が作用して、カソード表面に析出した重金属類が剥離されることがある。析出された重金属類がカソード表面から剥離してしまうと、重金属類の分離除去効率が低下してしまうため、このようなスラリーによる剪断力の影響を排除又は抑制することが必要である。

【0027】

本発明において、カソード表面に付与されるスラリーによる剪断力の抑制は、カソードをスラリー形成槽内の上方位置に位置づけて、スラリー中の固体粒度分布をスラリー中において上部には小さな粒径の固体が存在し且つスラリー中において下部には大きな粒径の固体が存在するように制御するか又はスラリー流を整流することによってなされることが好ましい。

【0028】

スラリーの固体粒度分布制御としては、スラリーに上昇流を与える方法を好ましく用いることができる。スラリーに上昇流を与える方法としては、スラリー形成槽底部から上方向にスラリーを噴出させて上昇流とする方法、あるいはスラリー形成槽底部から空気を導入してスラリーを上昇流とする方法等を好ましく用いることができる。種々の粒径の固体を含むスラリーを上昇流とすることで、大きな粒径の固体が上昇流に抵抗してスラリー形成層下部に残り、小さな粒径の固体が優先的に上昇することができ、結果的にスラリー中の固体粒度分布は上層ほど細かく、下層ほど大きくなる。固体粒度分布の制御は、スラリーの上昇流の流速を制御することで行うことができ、上昇流の終末速度がわかれば固体粒度分布を推測することができる。

【0029】

例えば、固体状被汚染物が土壌である場合には、粒径が 2 mm 以下の固体を浄化対象とすることが多く、中でも、難分解性の重金属類を含む粘土画分は、粒径が 0.02 mm 、密度が約 $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ の粘土粒子からなる。このような固体状被汚染物を含むスラリーの密度を $1.0 \sim 1.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、スラリーの粘度を $1 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$ と仮定すると、粘度粒子の終末速度は、下記ストークス (Stokes) の式：

【0030】

【数2】

$$\text{終末速度} = (\text{粒子直径})^2 \times (\text{粒子密度} - \text{スラリー密度}) \times \text{重力加速度} \times (\text{スラリー粘度})^{-1} / 18$$

【0031】

より、約 $3.3 \sim 3.7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ と計算することができる。なお、このときの粒子レイノルズ数 Re は、下記式：

【0032】

【数3】

$$Re = (\text{粒子直径}) \times (\text{終末速度}) \times (\text{スラリー密度}) \times (\text{スラリー粘度})^{-1}$$

【0033】

より、1以下となるので、ストークスの式を用いることは適当である。

また、固体状被汚染物が細粒画分や粘度粒子を大量に含む場合には、細粒画分や粘度粒子は帯電していて相互に反発しあうので、より沈殿しにくくなる、つまり、終末速度が小さくなるので、上昇流の流速を小さくしても望ましい固体粒度分布を得ることができる。

【0034】

さらに、固体状被汚染物がレイノルズ数1を越える粒子画分を含む場合には、ストークスの式に代えて、アレン (Allen) の式：

【0035】

【数4】

$$\text{終末速度} = \{(\text{粒子密度} - \text{スラリー密度})^2 \times (\text{重力加速度})^2 \times (\text{スラリー粘度})^{-1} \times (\text{スラリー密度})^{-1} \times 4/225\}^{1/3} \times (\text{粒子直径})$$

【0036】

を用いて終末速度を計算することができる。

以上のような化学工学的なプロファイリングを用いて、上昇流の終末速度を設定することで、スラリー中固体の所望の粒度分布を得ることができる。

【0037】

このように、スラリーの固体粒度分布をスラリー上層部ほど小さな粒径の固体が存在し且つスラリー下層部ほど大きな粒径の固体が存在するように制御することで、スラリー形成槽内上方位置に位置づけられているカソード表面に、大きな粒径の固体による剪断力が作用することを避けることができ、結果的にカソード表面に付与される剪断力を低減することができる。

【0038】

スラリー流の整流は、カソード表面に作用するスラリーによる剪断力を低減させるようにスラリー流を整流することにより行うことが好ましい。スラリー流の整流は、スラリー形成槽内上方位置に位置づけられたカソードよりも下方位置に、カソード保護部材を配置することで行うことができる。カソード保護部材は、カソードを囲い込むように配置しても、カソード表面に向かうスラリー流の経路に隔壁として配置してもよい。ただし、カソード保護部材を用いる場合には、カソード表面に作用するスラリーの剪断力が低減されるが、カソード表面とスラリーとを接触状態に維持するように設けることが必要である。よって、カソードを囲い込むようにカソード保護部材を配置する場合には、カソード保護部材として、多孔材、格子状材料及び網目状材料などのスラリーが流通可能な材料を好ましく用いることが好ましい。カソード保護部材を板材などを用いて隔壁として配置する場合には、カソード表面と隔壁との距離、スラリー流の流入角度などを適宜調整することが好ましい。カソード保護部材を構成する材質としては、摩擦に強く、耐強酸性及び耐強アルカリ性の材料からなるものを好ましく用いることができ、具体的には強化ガラス、石英、強化プラスチック、フッ素系樹脂などの合成樹脂、FRPなどの繊維強化複合材料、グラファイト、グラッシーカーボン、コンクリート、セラミックス、チタン、鉄などの金属表面を耐腐食処理したものなどを好ましく挙げることができる。

【0039】

本発明において、固体状被汚染物を含むスラリーを還元的雰囲気中に維持するために、カソード電極電位を調整する。カソード電極電位の調整は、水素標準電極に対して-0.16V以下、より好ましくは-0.25V以下のカソード電極電位となるように行うことが好ましい。例えば、除去すべき重金属類が鉛、カドミウムである場合には、カソード電極電位を水素標準電極に対して-0.16V以下-0.35V以上の範囲に制御することが

好ましい。この範囲では、鉛、カドミウムの電解析出反応を特異的に生じさせ、スラリー中に含まれる鉄の析出や、水の電気分解による水素発生を抑制することができる。カソード電極電位の調整による還元的雰囲気提供は、アノード、参照電極及びカソード、及び場合によっては隔膜の組み合わせにおいて行うことができる。

【0040】

本発明において用いることができるカソードとしては、導電性があり、耐強酸性（好ましくはpH3以下）及び耐強アルカリ性（好ましくはpH12以上）であり、固体状被汚染物を含むスラリーとの摩擦による損耗が小さく、汚染重金属類よりも高い標準電極電位を有し重金属類が析出しやすい材質又は析出した重金属類がよく電着する材質であることが好ましい。例えば、銅、白金、銀、金などの貴金属やこれらのメッキ物あるいは担持材料、グラッシーカーボン（東海カーボン）、グラファイト、鉄、ステンレス鋼、チタン、及びこれらの表面処理品などを挙げることができる。カソードは、重金属を電解析出させるために広い表面積を持つことが好ましく、例えば繊維状又は網目状の構造を持つことが好ましい。

【0041】

本発明において用いることができるアノードとしては、固体状被汚染物を酸化的雰囲気中に曝すことのないように、固体状被汚染物と濃厚に接触せずに通電することができる構成にすることが好ましい。本発明において用いることができるアノードは、導電性があり、強酸性（好ましくはpH3以下）もしくは強アルカリ性（好ましくはpH12以上）水溶液中での耐性があり、陽極腐食に対する耐性があることが好ましく、例えば、ファーンズブラック、グラファイト、導電性ダイヤモンド膜で表面処理した導電材料（いわゆるダイヤモンド電極）、食塩電解業で使用されているチタン表面酸化チタン、酸化ルテニウムで被覆したものなどを挙げることができる。

【0042】

場合によっては、アノードをスラリーから隔離するために隔膜を用いることが好ましい。用いることができる隔膜としては、陰イオン交換膜を挙げることができる。具体的には、アンモニウムヒドロキシド基を有するヒドロキシドイオン交換膜を好ましく挙げることができる。このような陰イオン交換膜としては、例えば、IONICS製NEPTON AR103PZL-389、トクヤマ製NEOSEPTA AHA、旭硝子製Shelemion ASVなどの市販製品を好ましく用いることができる。さらに、官能基を有しないMF（マイクロフィルタ）、UF（ウルトラフィルタ）膜やセラミック、アスベストなどの多孔質濾材、ナイロン、ポリエチレン、ポリプロピレン製の織布等を用いることができる。これらの官能基を有しない隔膜は、孔径が5 μ m以下で、非加圧条件でガスを透過しないものが好ましく、例えば、Schweiz Seidengazefabrik製のPE-10膜、Flon Industry製のNY1-HD膜などの市販品を好ましく用いることができる。

【0043】

また、隔膜をアノードとカソードとの間に配置して、カソードを含むカソード区域とアノードを含むアノード区域とを隔離してもよい。隔膜を配置した場合には、隔膜を介してアノード側より酸が供給されるので、多量の酸を供給する必要性を排除することができる、という利点がある。用いることができる隔膜としては、水溶液中の特定のイオン以外の物質の移動を制御する機能を有する隔膜であって、イオン交換を行ってアノード及びカソード間の回路を閉じる機能を有し、且つ塩素ガス、酸素ガス、溶存塩素、溶存酸素などの透過を防止してカソード区域の還元的雰囲気を維持する機能を有する隔膜を挙げることができる。具体的には、スルホン酸基を有するフッ素樹脂系イオン交換膜（陽イオン交換膜）を好ましく挙げることができる。スルホン酸基は、親水性があり、高い陽イオン交換能を有する。また、より安価な隔膜として、主鎖部のみをフッ素化したフッ素樹脂系イオン交換膜や、芳香族炭化水素系イオン交換膜も利用することができる。このようなイオン交換膜としては、例えばIONICS製NEPTON CR61AZL-389、トクヤマ製NEOSEPTA CM-1又は同CMB、旭硝子製Selemion CSVなどの市販製品を好ましく用いることができる。

【0044】

本発明においては、さらに、浄化すべき土壌などの現場の条件に応じて、固体状被汚染物を含むスラリーに、重金属類の溶出及び水溶液中での安定化に寄与する界面活性剤、錯イオン形成剤及びキレート剤、固体状被汚染物のpH変動を抑制する緩衝剤、還元的雰囲気気を維持する電子供与体及び還元剤、及びこれらの組み合わせから選択される物質を添加してもよい。これらの添加剤としては、例えば、界面活性剤としてSDS（ドデシル硫酸ナトリウム）及びカチオン界面活性剤、錯イオン形成剤としてクエン酸、シュウ酸、及び乳酸、キレート剤としてEDTA（エチレンジアミン四酢酸）及びNTA（ニトリロ三酢酸）、緩衝剤としてリン酸緩衝液、トリス緩衝液及び塩酸-塩化カリウム緩衝液、電子供与体として水素、糖、有機酸（塩）、アルコール、各種有機排水、アスコルビン酸、DDT（ジチオスレイトール）、クエン酸チタニウム、鉄粉及びグラニューク鉄などを好ましく挙げることができる。錯イオン形成剤やキレート剤を添加する場合には、重金属類がカソード電極表面へ電解析出する電位が低下する可能性があるため、予備試験を行って適当な電位を設定することが望ましい。

【0045】

また、本発明によれば、重金属類を含む固体状被汚染物を供給する固体状被汚染物供給手段と、該固体状被汚染物を少なくとも含むスラリーに還元的雰囲気を提供するカソードと、該カソードの表面に作用する該スラリーの剪断力を低減し且つ該カソードと該スラリーとの接触状態を維持するように制御する剪断力抑制手段と、を具備するスラリー形成槽を備え、該スラリー形成槽内で該スラリーを還元的雰囲気及び強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気との共存下に維持し、該重金属類をカソード表面に析出させる固体状被汚染物の浄化装置が提供される。

【0046】

本発明にて処理する固体状被汚染物が焼却灰などのアルカリ性物質又は酸性物質を含む場合を除いて、固体状被汚染物を強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気中に維持するために、固体状被汚染物に酸性もしくはアルカリ性物質を供給することが好ましい。よって、本発明の装置において、スラリー形成槽は酸性もしくはアルカリ性物質を供給する手段をさらに具備することが好ましい。

【0047】

本発明において、カソードは、重金属類を含む固体状被汚染物から構成されるスラリーに還元的雰囲気を提供する。重金属類をカソード表面に析出させるために必要な還元的雰囲気気を維持するために、カソードの電極電位を水素標準電極に対して -0.16 V 以下、より好ましくは -0.25 V 以下に調整することが好ましい。カソードを構成する材料によっては、カソードが溶解して逆方向の電流を生じることもあり得るので、必要な還元電位を印加しても溶出しない材料からなるカソードを用いることが好ましい。カソードに必要な還元電位を印加するには、定電位電源を用いることが好ましい。特に、除去すべき重金属類が鉛やカドミウムである場合には、定電位電源を用いて適正な電位にカソード電位を制御することで、重金属類の析出反応により発生した負方向の電流値が析出反応の終了と同時に低下するので、電流値の計測によって重金属類の析出反応の完了を知ることができ、不必要な電解反応を生じさせて電気を浪費することがなく、有利である。例えば、カソード電極電位を -0.16 V 以下 -0.35 V 以上の範囲に制御すると、鉛、カドミウムの電解析出反応を生じさせるが、スラリー中に含まれる鉄の析出や水の電気分解による水素発生が抑制されるので、重金属類の電解析出反応を特異的に生じさせることができ、有利である。ただし、処理条件が一定で電流値と電解反応の関係が把握されていれば、必ずしも定電位電源を用いなくてもよい。

【0048】

また、本発明においては、重金属類の固体状被汚染物からの溶出と分離が単一の槽内で完結するため、後処理の固液分離工程においてはスラリーを還元的雰囲気中に維持する必要がない。

【0049】

[好ましい実施形態]

図1は、電解析出反応を利用して、鉛やカドミウムなどを除去回収する本発明の好ましい実施形態を示す概略説明図である。

【0050】

図1には、本発明の別の好ましい実施形態を示す。図1において、浄化装置1は、重金属類を含む固体状被汚染物を供給する固体状被汚染物供給手段22と、酸又はアルカリ性物質を供給する酸又はアルカリ性物質供給手段26と、該固体状被汚染物と該酸又はアルカリ性物質を少なくとも含むスラリーに還元的雰囲気を提供するカソードCと、該カソード表面に作用する該スラリーによる剪断力を低減し且つ該カソードと該スラリーとの接触状態を維持するように制御する剪断力抑制手段と、を具備するスラリー形成槽2を具備する。

【0051】

図示した実施形態において、スラリー形成槽2は、さらに、水をスラリー形成槽2に供給する水供給手段26を具備する。スラリー形成槽2の下部は、漏斗状に形成されていて、漏斗状先端部には、スラリー抜き出し口31が設けられている。スラリー抜き出し口31には、スラリー移送ライン32及びスラリー移送ライン32上に設けられたスラリーポンプ34が接続されている。スラリー移送ライン32には、固液分離装置3が接続されていて、スラリーを固形分と液体分とに分離する。固液分離装置3には循環ポンプ39及び液体循環ライン40が接続されていて、固液分離装置3にて分離された液体分を循環液として、スラリー形成槽2下部の漏斗状上端に設けられている循環液導入口42に再導入する。固液分離装置3には、分離した固体（清浄脱水土壌、汚泥、ヘドロ、焼却灰、堆積物など）を抜き出す固体抜き出しライン36と、分離した液体を余剰排水として抜き出す液体抜き出しライン（ドレイン）38と、が接続されている。

【0052】

スラリー形成槽2内には、スラリーに還元的雰囲気を提供するカソードC、アノードA、参照電極Bがスラリー形成槽2内上方位置に位置づけられており、スラリーのpHを測定するpH計28が備え付けられている。カソードC、アノードA及び参照電極Bは、スラリー形成槽2外部の電源装置と接続していて、制御された印加電位が提供される。カソードCには、スラリー中大きな粒径の固体がカソード表面近傍に存在しないようにカソード保護部材5が取り付けられている。保護部材5は、ナイロン製のメッシュ（目の大きさ1.5mm）から構成されている。

【0053】

次に、この浄化装置1を用いる重金属類で汚染されている固体状被汚染物を浄化する態様を説明する。

【0054】

まず、固体状被汚染物供給手段22を介して、土壌、汚泥、ヘドロ、焼却灰、堆積物などの重金属類で汚染されている固体状被汚染物をスラリー形成槽2に供給する。このとき、固体状被汚染物が非飽和状態、すなわち固体状被汚染物の空隙が水で飽和していない場合には、水供給手段26又は液体循環ライン40を介して適量の水を供給して、飽和状態とする。スラリー形成槽2内で、供給された固体状被汚染物、及び場合によっては水を攪拌混合して、スラリー状にする。pH計28を用いて、スラリーのpHを測定しながら、酸性物質又はアルカリ性物質供給手段24を介して酸性物質もしくはアルカリ性物質を添加してスラリーのpHを3以下又は12以上となるように調整する。スラリーの酸化還元電位を測定しながら、カソードCの酸化還元電位が水素標準電極に対して-0.16V以下となるように調整する。この状態で、スラリー中では、固体状被汚染物から重金属類が溶出し、次いでカソードC表面に電解析出するようになる。このとき、カソードCの電極電位が低いほど、電解析出反応速度は上昇するが、電極電位が低すぎると（例えば、鉛の場合、約-0.6V以下）、電解析出時に重金属が緻密な被膜を形成せず、一旦形成した被膜が攪拌の剪断力により剥離しやすくなるので、汚染物や装置の条件に応じて適切な電極電位を選定する。

【0055】

スラリーは、攪拌装置による攪拌作用を受けながら、スラリー形成槽 2 下部の漏斗状部分に下降する。スラリー形成槽 2 内上方位置にあるカソード C はカソード保護部材 5 で保護されているので、スラリー流によりカソード C 表面に付与される剪断力を低く抑制することができる。

【0056】

電流値の観測により、負方向の電流値が低下したことでスラリー形成槽 2 内での処理が完了したことを確認したら、スラリーを固液分離機 3 に圧送し、液体と、浄化脱水固体（土壌、汚泥、ヘドロ、焼却灰、堆積物由来の固体脱水物など）と、に分離する。分離された固体分は、固体抜き出しライン 36 を介して抜き出され、重金属類で汚染されていない土壌、汚泥、ヘドロ又は焼却灰などとして、処理することができる。分離された液体は、液体循環ライン 40 を介してスラリー形成槽 2 に再循環されるか、又は液体抜き出しライン 38 を介して抜き出されて余剰排液として排水される。

【0057】

カソード C 表面に電解析出した重金属類は、電極の交換により系外に取り出してもよい。あるいは電極の再生方法として、一時的に電極電位を例えば -0.1 V 程度まで上昇させて、カソード C 表面から溶離させて重金属類濃縮液を形成させて回収してもよい。電極再生時に印加する電位が高すぎる（例えば、銅電極の場合には 0.0 V 程度）と、電極を構成する材料自身が溶解してしまうので、適正な範囲の電位に調整するか、印加時間を短くする。回収された重金属類は、重金属類汚染物として廃棄処分するか、あるいは重金属類原料として再利用してもよい。

【0058】

図 2 は、本発明の別の実施形態を示す概略説明図である。図 2 に示す浄化装置 100 は、重金属類を含む固体状被汚染物を供給する固体状被汚染物供給手段 111 と、酸又はアルカリ性物質を供給する酸又はアルカリ性物質供給手段 112 と、該固体状被汚染物と該酸又はアルカリ性物質を少なくとも含むスラリーに還元的雰囲気を提供するカソード 113 C と、該カソード表面に作用する該スラリーによる剪断力を低減し且つ該カソードと該スラリーとの接触状態を維持するように制御する剪断力抑制手段と、を具備するスラリー形成槽 110 を備える。

【0059】

本浄化装置 100 において、還元的雰囲気は、スラリー形成槽 110 内に配置されたカソード 113 C と、アノード 113 A と、カソード制御用参照電極（水素標準電極）113 B と、カソード 113 C、アノード 113 A 及び参照電極 113 B の印加電圧を制御するための外部電源装置によって、スラリーに提供される。参照電極 113 B は、制御する電極（カソード）の近傍に配置されている。図示した実施形態においては、カソード 113 C とアノード 113 A との間に電解膜（隔膜）M が位置づけられていて、アノード 113 A とスラリーとの接触を希薄なものとするように構成されている。カソード 113 C、アノード 113 A、電解膜 M 及び参照電極 113 B は、スラリー形成槽 110 内上方位置に位置づけられている。

【0060】

スラリー形成槽 110 には、スラリーが強酸性雰囲気又は強アルカリ性雰囲気に維持されていることを監視するため、pH 計 116 が備え付けられている。また、図示したスラリー形成槽 110 は、スラリーを形成するために場合によっては必要となる水を供給する水供給手段 115 を具備する。さらに、スラリー形成槽 110 底部には、処理後のスラリーを抜き出すための処理済スラリー抜き出し口 122 が設けられている。処理済スラリー抜き出し口 122 には、処理済スラリーを抜き出すためのスラリーポンプ 123 と、固液分離装置 120 が接続している。固液分離装置 120 には、固液分離により得られた処理水をスラリー形成槽 110 に再循環させる循環液供給手段（図示せず）が接続されている。

【0061】

図示した実施形態において、剪断力抑制手段は、スラリー形成槽上部に設けられたスラ

リー抜き出し口 117 と、槽底部に設けられたスラリー導入口 118 と、スラリー抜き出し口 117 からスラリー導入口 118 までスラリーを循環させる循環ポンプ 119 と、を含み、スラリーを槽底部から所望速度で上昇させて、スラリー形成槽 110 内に所望のスラリー固体粒度分布を提供するように構成されている。

【0062】

また、スラリー形成槽 110 下部には、攪拌装置 121 が設けられていて、スラリー導入口 118 からスラリー形成槽 110 内に導入されたスラリーを十分に攪拌して、スラリー形成槽水平レベルでのスラリー中重金属類イオン濃度を一定にするように構成されている。

【0063】

次に、浄化装置 110 を用いて、重金属類で汚染されている固体状被汚染物を浄化する好ましい一態様を説明する。

【0064】

まず、固体状被汚染物供給手段 111 を介して、土壌、汚泥、ヘドロ、焼却灰、堆積物などの重金属類で汚染されている固体状被汚染物をスラリー形成槽 110 に供給する。このとき、固体状被汚染物が非飽和状態、すなわち固体状被汚染物の空隙が水で飽和されていない場合には、水供給手段 115 及び／又は循環液供給手段（図示せず）を介して、適量の水を供給して、飽和状態とする。スラリー形成槽 110 内に供給された固体状被汚染物、及び場合によっては水及び／又は循環液を攪拌混合してスラリーを形成させる。pH 計 116 によって、スラリーの pH を測定しながら、酸又はアルカリ性物質供給手段 112 を介して、酸性物質又はアルカリ性物質を供給し、スラリーの pH を 3 以下又は 12 以上となるように調整する。スラリーの酸化還元電位を測定しながら、カソード 113C の酸化還元電位が水素標準電極 113B に対して -0.16 V 以下となるように調整する。

【0065】

得られたスラリーは、循環ポンプ 119 の作動によって、スラリー形成槽 110 内を上昇流として流れ、スラリー形成槽 110 上部のスラリー抜き出し口 117 を介して抜き出され、スラリー導入口 118 を介して再びスラリー形成槽 110 に導入され、再び上昇流として流れる。スラリーの上昇流の速度は、循環ポンプ 119 の調整により行う。

【0066】

上昇流としてスラリー形成槽 110 内を流動するスラリー中では、還元的雰囲気及び強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気が維持され、固体状被汚染物から重金属類が溶出し、カソード 113C 表面に電解析出するようになる。このとき、カソード電極電位が低いほど、電解析出反応速度が上昇するが、低すぎると（例えば、鉛の場合には -0.6 V 以下）電解析出した重金属類は緻密な被膜を形成できず、被膜が剥離しやすくなるので、カソード電極電位を適正な範囲に調整する。

【0067】

スラリーを上昇流としてスラリー形成槽 110 内を流動させることで、スラリー形成槽 110 下部に粒径の大きな固体が存在し、上部に粒径の小さな固体が流動するようになる。こうして、スラリー形成槽 110 内上方位置に位置づけられているカソード 113C 近辺には粒径の小さな固体を含むスラリーが流れ、カソード表面 113C に対する粒径の大きな固体による剪断力が排除される。よって、カソード 113C 表面に電解析出した重金属類は、スラリー、特にスラリー中の大きな粒径の固体による剪断力の影響を受けずに、良好に堆積され得る。

【0068】

電流値の観測により、負方向の電流値が低下したことでスラリー形成槽 110 内での処理が完了したことを確認したら、スラリーポンプ 123 を作動させて、処理済スラリー抜き出し口 122 より処理済みのスラリーを抜き出し、固液分離装置 120 に圧送する。固液分離装置 120 にて、処理済みのスラリーを水溶液と浄化脱水固体（土壌、汚泥、ヘドロ、焼却灰、堆積物由来の固体脱水物など）とに分離する。分離された固体分は、重金属類で汚染されていない土壌、汚泥、ヘドロ又は焼却灰として処理してもよい。分離された

水溶液は、循環液としてスラリー形成槽 110 に再循環させて再利用するか、もしくは余剰液として系外に排出してもよい。

【0069】

カソード 113 C 表面に電解析出した重金属類の後処理は、図 1 の装置について説明したように行うことができる。

【実施例】

【0070】

以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0071】

【実施例 1】 鉛汚染土壌の電解析出除去試験

2000 mL 容アクリル製容器をスラリー形成槽として用いた。スラリー形成槽のほぼ中央部に、陽イオン交換膜（トクヤマNEOSEPTA CMB）を設置して、槽を 2 分し、それぞれカソード区域及びアノード区域とした。

【0072】

カソード区域に、難水溶性の鉛汚染土壌（鉛含有濃度 5000 mg/kg 乾土）100 g と、水道水 800 mL と、1:1 塩酸 50 mL と、を添加し、テフロン（登録商標）製攪拌羽根で 500 rpm の速度で攪拌し、被験系とした。

【0073】

銅製金網のカソードを被験系内に挿入し、ポテンシオスタット（定電位電源装置）を介してアノードと接続させた。カソード近傍に、ナイロン製のメッシュ（目の大きさ 1.0 mm）で構成される保護部材で隔壁を形成し、カソード表面にスラリー中大きな粒径の固体による剪断力が作用しないようにした。

【0074】

アノード区域には、水道水 800 mL と、1:1 塩酸 5 mL と、を添加し、グラファイト製のアノードを挿入した。

【0075】

参照電極をカソード区域に挿入し、カソード電極電位が水素標準電極電位に対して -0.25 V となるように、ポテンシオスタットを調節した。カソード電極電位が -0.25 V に達してから 20 分間運転した後、槽内のスラリーを GF/B 濾紙を用いて吸引濾過し、固液分離を行った。反応時間中、カソード区域のスラリーの pH は、1.0 以下に維持した。吸引濾過後、濾液中の鉛濃度と濾過後の土壌中の鉛含有濃度をそれぞれ原子吸光法を用いて測定した。カソード保護部材を用いなかった点を除いて被験系と同じ実験装置を用いて構成した対照系についても、同様に吸引濾過、固液分離を行い、濾液中及び濾過後の土壌中の鉛濃度を測定した。結果を表 1 に示す。

【0076】

【表 1】

表 1 鉛汚染土壌の電解析出試験結果

実験系	液相溶出濃度 (液相への重量分配比%)	土壌中残留濃度 (土壌への重量分配比%)	電解析出分* (電極への重量分配比%)
被験系	0.05 mg/L (0.01%)	225 mg/kg (4.50%)	95.5%
対照系	0.09 mg/L (0.02%)	423 mg/kg (8.46%)	91.5%

*電極への鉛重量分配比は、添加した土壌中に残留する鉛重量からの差し引き計算で求めた。

【0077】

表 1 より、カソードに付与されるスラリーによる剪断力を抑制することで、電極に分配される鉛濃度が増加していることがわかる。よって、本発明により、カソード表面に電解析出した重金属類の剥離及び再溶解が防止できることが確認された。

【0078】

【実施例 2】 鉛汚染土壌の電解析出除去試験

高さ0.4 m、横幅0.1 m、奥行き0.05 mの容量2000 mLのアクリル製反応槽を中央部で陽イオン交換膜（トクヤマNEOSEPTA CMB）を用いて、それぞれ、高さ0.4 m、横幅0.05 m、奥行き0.05 mの寸法の区画に分けて、カソード区画及びアノード区画とした。カソード区画に、難水溶性の鉛汚染土壌（鉛含有濃度5000 mg/kg乾土）100 gと、水道水800 mLと、1:1塩酸50 mLと、を添加し、テフロン（登録商標）製攪拌羽根で500 rpmの速度で攪拌し、被験系とした。銅製金網のカソードを被験系内に水面2 cmの深さに設置し、ポテンショスタット（定電位電源装置）を介してアノードと接続させた。また、タイゴンチューブと循環ポンプを使用して上部から上澄みを吸引し、装置底部から再注入する循環系を構成した。循環水流は、土壌に含まれる細粒画分のみがカソードに到達でき、カソード表面に析出した鉛が剥離しない流速（本実施例においては、0.5 L/minであった）に調節した。

【0079】

アノード区画には、水道水800 mLと、1:1塩酸5 mLと、グラファイト製のアノードを挿入した。参照電極をカソード区画に挿入して、カソードの電位が水素標準電極に対して-0.25 Vとなるように、ポテンショスタットを調節した。カソードの電位が-0.25 Vに達してから20分間運転して、反応槽内のスラリーをGF/B濾紙を用いて吸引濾過して、固液分離を行った。反応時間中、カソード区画内のスラリーのpHは1.0以下に維持した。吸引濾過後、濾液中の鉛濃度と濾過後の土壌中に残留した鉛含有濃度をそれぞれ原子吸光法で測定した。

【0080】

スラリー循環系を備えていない対照系を作製し、被験系と同様の実験条件で吸引濾過、固液分離をした後、濾液中及び濾過後の土壌中に残留した鉛含有濃度を原子吸光法で測定した。結果を下記表2に示す。

【0081】

【表2】

表2 鉛汚染土壌の電解析出試験結果

実験系	液相溶出濃度 (液相への重量分配比%)	土壌中残留濃度 (土壌への重量分配比%)	電解析出分* (電極への重量分配比%)
被験系	0.05 mg/L (0.01%)	132 mg/kg (2.64%)	97.3%
対照系	0.08 mg/L (0.02%)	471 mg/kg (9.42%)	90.5%

*電極への鉛重量分配比は、添加した土壌中に残留する鉛重量からの差し引き計算で求めた。

【産業上の利用可能性】

【0082】

本発明によれば、重金属類で汚染されている、例えば、土壌、汚泥、堆積物、廃棄物、焼却灰等の固体状被汚染物から、重金属類の難溶性の画分まで確実に除去することができ、固体状被汚染物に含まれている重金属類をカソード表面に電解析出させた後の重金属類のカソード表面からの剥離及びスラリー中への再溶解を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】図1は、本発明の好ましい実施形態を示す概略説明図であり、特に、カソード保護部材をカソード近傍に配置して、カソード表面にスラリー中の大きな粒径の固体による剪断力が作用しないように構成した態様を示す概略説明図である。

【図2】図2は、本発明の別の好ましい実施形態を示す概略説明図であり、特に、スラリー上昇流を用いて、スラリー中の固体粒度分布を形成し、カソード表面へのスラリー中の大きな粒径の固体による剪断力を抑制する態様を示す概略説明図である。

【符号の説明】

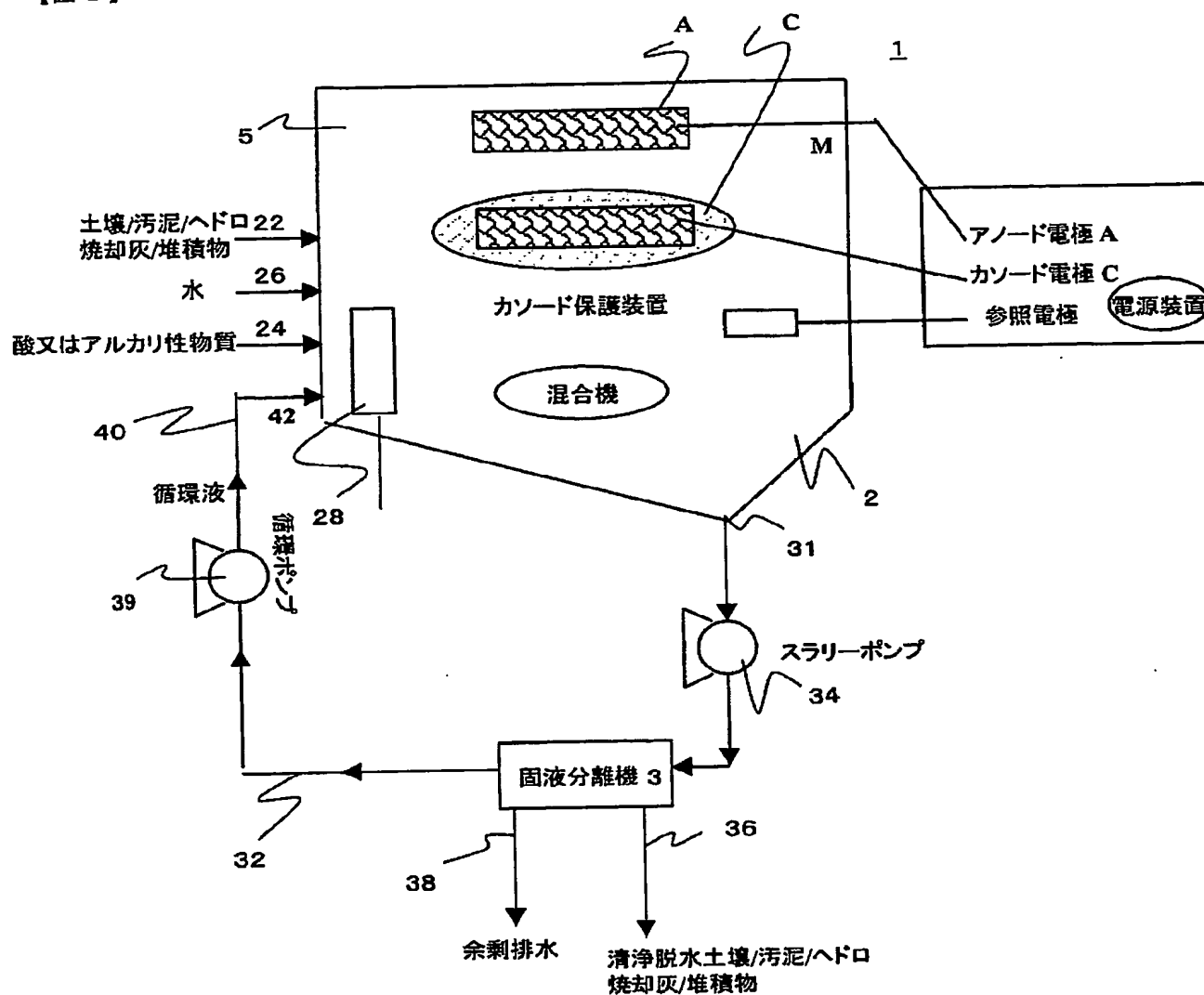
【0084】

- 1; 100: 浄化装置
- 2; 110: スラリー形成槽

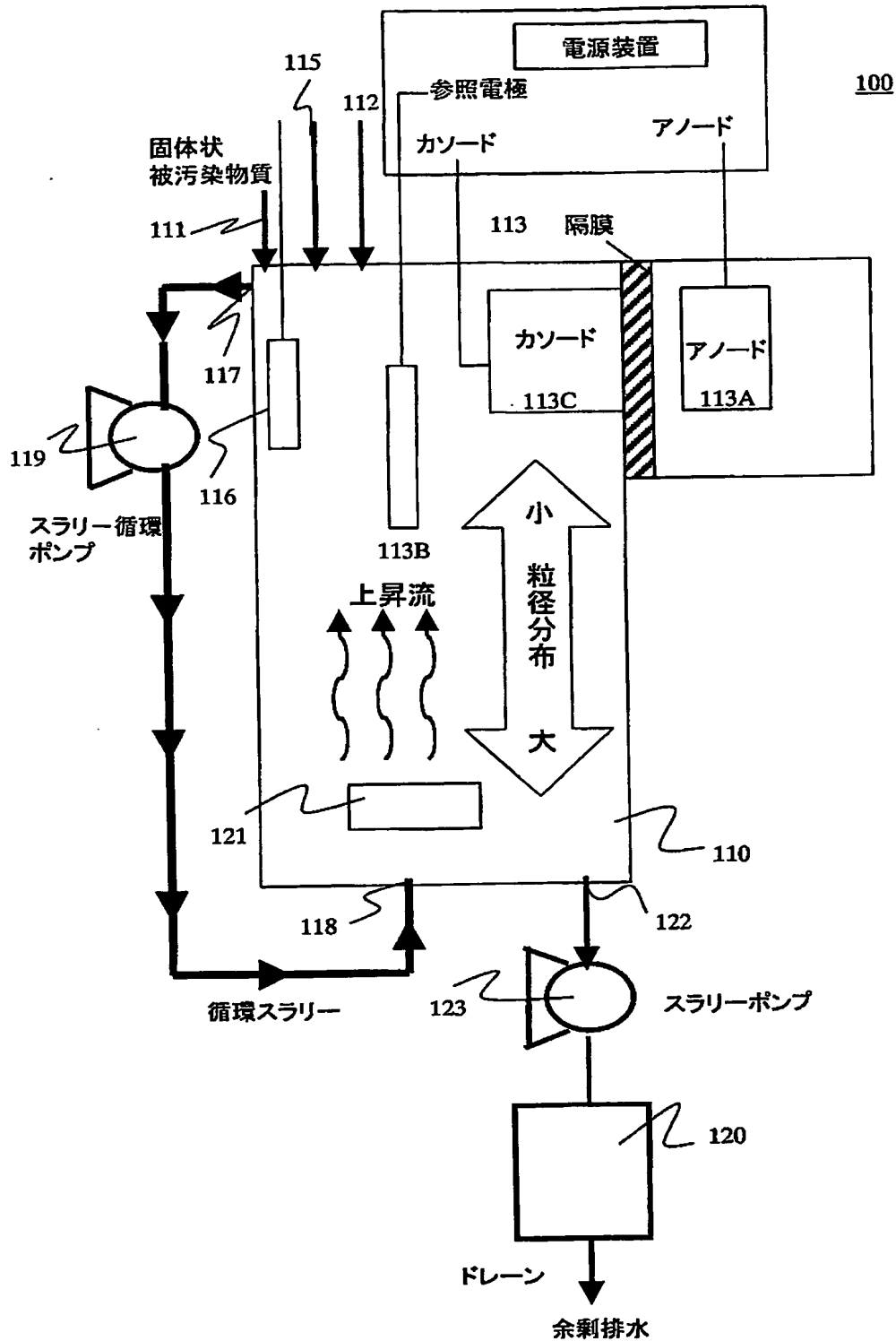
C ; 1 1 3 C : カソード
3 ; 1 2 0 : 固液分離機
2 2 ; 1 1 1 : 固体状被汚染物供給手段
2 4 ; 1 1 2 : 酸性物質又はアルカリ性物質供給手段
2 6 ; 1 1 5 : 水供給手段
5 : カソード保護部材

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【解決課題】 土壌、汚泥、堆積物、廃棄物、焼却灰等の固体状被汚染物から、固体状被汚染物に含まれている重金属類の難溶性の画分まで確実に除去することができる浄化方法及び装置を提供する。

【解決手段】 固体状被汚染物を固体状被汚染物供給手段 22 を介して、スラリー形成槽 2 に供給し、スラリーを形成し、pH 計 28 でスラリーの pH を測定しながら、酸性又はアルカリ性物質を酸又はアルカリ性物質供給手段 24 を介して供給し、スラリーを強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気に維持し、カソード C、アノード A 及び対照電極 B によって、スラリーに還元的雰囲気を提供する。スラリー中の大きな粒径の固体による剪断力がカソード C 表面に作用しないように、カソード C はカソード保護部材 5 で保護されている。スラリーは、強酸性もしくは強アルカリ性雰囲気及び還元的雰囲気に維持され、カソード C 表面にスラリー中に含まれていた重金属類が電解析出する。

【選択図】 図 1

特願 2004-098306

出願人履歴情報

識別番号

[000000239]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都大田区羽田旭町11番1号

氏名

株式会社荏原製作所

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/015032

International filing date: 12 October 2004 (12.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-098306
Filing date: 30 March 2004 (30.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse